

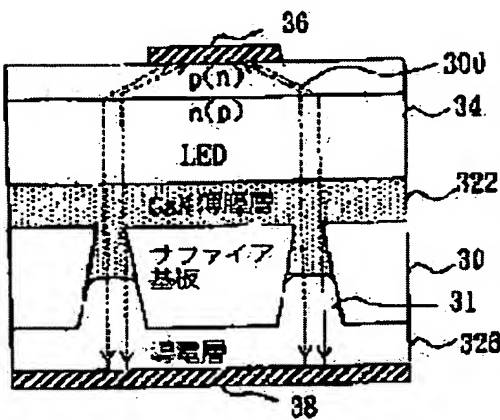
(11)Publication number : 2001-094152
(43)Date of publication of application : 06.04.2001

H01L 33/00

(71)Applicant : **KORAI KAGI KOFUN YUGENKOSHI**
(72)Inventor : **SO HOJO**

(57)Abstract:

SOLUTION: Related to a sapphire substrate of a blue light LED with a sapphire as a substrate, at least one channel is provided by symmetrical etching with a first electrode as a center. One GaN thin-film layer of about the same thickness is formed above and below the substrate, and the upper and lower GaNs are brought into contact to the channel to naturally form a current flow circuit for the LED. The current flow circuit leads to a conductive layer through each one channel in a buffer thin-film layer, an epitaxial layer, and the substrate from the first electrode, forming an upright LED with the sapphire as a substrate.



| | |
|---|------------|
| [Date of request for examination] | 25.06.2001 |
| [Date of sending the examiner's decision of rejection] | 08.07.2003 |
| [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] | |
| [Date of final disposal for application] | |
| [Patent number] | |
| [Date of registration] | |
| [Number of appeal against examiner's decision of rejection] | |
| [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] | |
| [Date of extinction of right] | |

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板とされ、該基板の適宜位置にエッチングにより該基板を貫通する少なくとも一つのチャンネルが形成され、この中空のチャンネル内に少なくとも一種類の導電材料が存在する、上記基板、

該基板の上に形成されたバッファ薄膜層、

p n接合を有するLEDエピタキシャル層とされ、該バッファ薄膜層の上に成長させられ、且つ該LEDエピタキシャル層の一部の表面上に第1電極が形成された、上記LEDエピタキシャル層、

該基板の下に形成された導電層とされ、上記第1電極から上記バッファ薄膜層、LEDエピタキシャル層、基板内の各一つのチャンネルを通り、該導電層に至るLEDの電流流動回路を自然に形成させる、上記導電層、以上を具備したことを特徴とする、直立式LED。

【請求項2】 前記第1電極を中心としてその周囲に対称方式を以て少なくとも一つのチャンネルが形成されたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LED。

【請求項3】 前記基板のチャンネル内の導電材料が、前記バッファ薄膜層及び前記導電層と同じ材料とされて該チャンネル内で接触するように設けられていることを特徴とする、請求項1に記載の直立式LED。

【請求項4】 前記基板がサファイア基板とされたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LED。

【請求項5】 前記バッファ薄膜層がGaNで組成されたGaN薄膜層とされたことを特徴とする、請求項4に記載の直立式LED。

【請求項6】 前記導電層が非金属導電材料で組成されたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LED。

【請求項7】 前記導電層がGaNで組成されたGaN薄膜層とされたことを特徴とする、請求項5に記載の直立式LED。

【請求項8】 前記直立式LEDにおいて、上下のGaN薄膜層が同じ厚さとされたことを特徴とする、請求項7に記載の直立式LED。

【請求項9】 前記バッファ薄膜層と導電層の厚さが近似とされたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LED。

【請求項10】 前記第1電極が透明材料で形成されたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LED。

【請求項11】 前記導電層の基板と接続しない部分の表面に第2電極が設けられ、その電流流通回路が第1電極からバッファ薄膜層、LEDエピタキシャル層、基板の各一つのチャンネル、導電層を通り該第2電極に至ることを特徴とする、請求項1に記載の直立式LED。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一種の直立式LEDとその電流流動回路の構造に係り、特に、サファイアを基板とする青色光LEDにおいて、サファイア基板中

にあって、第1電極を中心として対称方式のエッチングにより少なくとも一つのチャンネルを形成し、並びに中空のチャンネル内に一つの導電材料を存在させて、LEDの電流流動回路を自然に形成させて有効に区画及び応用されるようにした、直立式LEDとその電流流動回路の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】LEDは50年代より発展して現在に至っており、寿命が長く、体積が小さく、発熱量が少なく、消耗電力が少なく、反応速度が速く、及び単性光発光の特性とメリットから、わずかに数十年間の間に各種の生活用品及び機器設備、例えばコンピュータ周辺設備、時計のディスプレイ、広告看板、交通標識灯、通信業、或いは消費型電子製品中に大量に使用されるようになっており、この製品の応用範囲の広さには驚かざるをえない。特に青色光LEDが発売された後、赤色光、緑色光が前後して生産され、ゆえにこれらを組み合わせたフルカラーの完全基本構造が、色彩上の変化性において利用されたり、伝統的な白熱照明光源の代わりとして応用されている。

【0003】現在、青色光LEDの製造には、サファイア基板を使用するものと炭化シリコン(SiC)基板を使用するものと大きく分けられる。図1は、周知の炭化シリコンを基板とする直立式LEDの構造断面図である。そのうち、炭化シリコン基板10の上に、アルミニウム、ガリウム、リン、窒素等の三五族をドーブしたバッファ薄膜層12が形成され、さらにこのバッファ薄膜層の上にスパッタ或いは蒸着によりp n接合を有して青色光を発射可能なLEDエピタキシャル層14が形成されている。炭化シリコン基板10は導電体であるため、LEDエピタキシャル層14と炭化シリコン基板10の一部の表面上に個別に第1電極(陽極)16と第2電極(陰極)18がめっき形成され、こうして一つの直立式LEDが形成されている。その電流流動回路は点線100で示されている。

【0004】上述の実施例中、第1電極16の多くは不透明材料で製造され、このため第1電極16の下に位置する電流回路の発射する発射光は第1電極16に吸収されるか阻止され、輝度を高めるのに役立たない。このため、LEDのクラッド層の上にさらに一回以上のMOVPE工程により別に一つの電流阻止層145を設けて有効発光領域の電流密度と発光効率を増加している(図2参照)。この技術は、例えばアメリカ合衆国特許No. 5,153,889或いは台湾特許公告第264573号中に示されている。

【0005】炭化シリコンを基板とするLEDは直立式青色光LEDに設計して、光電製品の軽薄短小の設計目標に符合させることができるとはいえ、炭化シリコン基板のLEDの輝度、コントラスト等の物性、或いは導電率等の電性はいずれもサファイア基板のLEDにはるか

に劣るため、将来的な発展性及び高輝度のLEDにはサファイア基板を用いるのが主流となっている。

【0006】図3は周知のサファイア基板のLEDの基板構造の断面構造を示す。サファイア基板20の上にはGaN薄膜層22が形成され、さらにGaN薄膜層22の上にスパッタ或いは蒸着によりpn接合を有して青色光を発射可能なLEDエピタキシャル層24が形成されている。サファイア基板20は絶縁体であるため、LEDエピタキシャル層24の上には同平面の第1電極26（陽極）及び第2電極28（陰極）のみ選択形成可能

で、平面式LEDのみが形成可能とされ、その電流流動回路は点線200で示されるようである。その後、ダイヤモンド或いはレーザーを使用してダイシングが進行されて実際に必要な寸法のチップが得られる。

【0007】周知のサファイア基板のLEDには以下のような欠点があった。
（1）サファイア基板20自体は絶縁体とされ、導電特性を有していないため、LEDの第1、第2電極26、28を同一平面にめっきして形成しなければならず、作用面積が大きくLED体積を縮小できないため、有効に

製品の軽薄短小の設計目標を達成できなかった。
（2）サファイア基板20自体が絶縁体とされるため、製造時に静電作用を引起しやすく、相対的に製品生産時の不良率が高まった。

（3）サファイア基板の上のGaN薄膜層12（厚さH11）がアニーリング降溫時にその基板に作用する応力の不均一を引起しやすく、このためサファイア基板に亀裂を生じさせ、工程上の面倒が増し、ゆえにその基板の厚さH1を280μmより小さくすることができなかった。

【0008】一般に量産する時、基板厚さH1はいずれも300μmより大きいものとされ、H11は即ち3〜4μmとされ、ゆえにそのH1とH11の厚さ比が約100:1とされる。このような厚さのサファイア基板は、後続のダイヤモンドカッタ或いはレーザーによるダイシングの過程で非常に大きな困難につきあたる。即ち、後続のレーザー或いはダイヤモンドを利用したダイシングを行いやすいように、LED製造完成後に、さらにダイヤモンド等の高硬質材料でサファイア基板を約200μm以上研磨する必要がある、このため工程上の手間が増え、また、その電流流動回路を有効に区画できないため、その発射光の輝度が第1電極の影響を非常に大きく受け、輝度領域を有効に配置することができなかった。

【0009】このため、サファイア基板LEDを直立式の態様とし、その平面作用面積と製品体積を縮小した構造であって、適度にその電流流動回路を画定して有効発光領域の電流密度と発光効率を増し、且つダイシングが正確に容易に行えるようにする新たな構造が求められていた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の主要な目的は、一種の直立式LEDとその電流流動回路の構造を提供することにある、それは、その硬度が非常に高いサファイア基板を貫通するチャンネルを具え、電流がこのチャンネルを通過可能で、ゆえに適宜に電流流動回路が画定され、発光有効領域の電流密度と発光効率が増加されうることを特徴とするものとする。

【0011】本発明の別の目的は、一種の直立式LEDとその電流流動回路の構造を提供することにある、それは煩雑なMOVPE工程により電流阻止層を形成しなくとも有効にその電流流動を有効発光領域において画定できる特徴とするものとする。

【0012】本発明のさらに別の目的は、一種の直立式LEDとその電流流動回路の構造を提供することにある、それはサファイア基板に少なくとも一つのチャンネルが開設され、上下2層のプラスとマイナスの電極間の電流通過の通路を提供し、ゆえに直立式光電ダイオードチップを形成可能で、これによりその作用面積を縮小しその構造の基板研磨の工程を簡素化できるものとする。

【0013】本発明のさらにまた別の目的は、一種の直立式LEDとその電流流動回路の構造を提供することにある、それは、サファイアの上下層それぞれに厚さが同じGaN薄膜層が形成され、そのアニーリング冷却時に形成される応力が相殺されて、これにより必要な基板厚さが大幅に減少可能とされて150μm以下とされ、サファイア基板の亀裂を防止できると共に基板材料の資源使用を節約でき、また後続の基板研磨の工程ステップを簡易化できるものとする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、基板とされ、該基板の適宜位置にエッチングにより該基板を貫通する少なくとも一つのチャンネルが形成され、この中空のチャンネル内に少なくとも一種類の導電材料が存在する、上記基板、該基板の上に形成されたバッファ薄膜層、pn接合を有するLEDエピタキシャル層とされ、該バッファ薄膜層の上に成長させられ、且つ該LEDエピタキシャル層の一部の表面上に第1電極が形成された、上記LEDエピタキシャル層、該基板の下に形成された導電層とされ、上記第1電極から上記バッファ薄膜層、LEDエピタキシャル層、基板内の各一つのチャンネルを通り、該導電層に至るLEDの電流流動回路を自然に形成させる、上記導電層、以上を具備したことを特徴とする、直立式LEDとしている。請求項2の発明は、前記第1電極を中心としてその周囲に対称方式を以て少なくとも一つのチャンネルが形成されたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LEDとしている。請求項3の発明は、前記基板のチャンネル内の導電材料が、前記バッファ薄膜層及び前記導電層と同じ材料とされて該チャンネル内で接触するように設けられていることを特徴と

する、請求項1に記載の直立式LEDとしている。請求項4の発明は、前記基板がサファイア基板とされたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LEDとしている。請求項5の発明は、前記バッファ薄膜層がGaNで組成されたGaN薄膜層とされたことを特徴とする、請求項4に記載の直立式LEDとしている。請求項6の発明は、前記導電層が非金属導電材料で組成されたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LEDとしている。請求項7の発明は、前記導電層がGaNで組成されたGaN薄膜層とされたことを特徴とする、請求項5に記載の直立式LEDとしている。請求項8の発明は、前記直立式LEDにおいて、上下のGaN薄膜層が同じ厚さとされたことを特徴とする、請求項7に記載の直立式LEDとしている。請求項9の発明は、前記バッファ薄膜層と導電層の厚さが近似とされたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LEDとしている。請求項10の発明は、前記第1電極が透明材料で形成されたことを特徴とする、請求項1に記載の直立式LEDとしている。請求項11の発明は、前記導電層の基板と接続しない部分の表面に第2電極が設けられ、その電流流通回路が第1電極からバッファ薄膜層、LEDエビタキシャル層、基板の各一つのチャンネル、導電層を通り該第2電極に至ることを特徴とする、請求項1に記載の直立式LEDとしている。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明は一種の直立式LEDとその電流流動回路の構造を提供しており、それは、サファイアを基板とする青色光LEDのサファイア基板中において、第1電極を中心として対称方式のエッチングで少なくとも一つのチャンネルを設け、並びに基板の上下にそれぞれ厚さが近似の一つのGaN薄膜層を形成し、且つ上下のGaNを中空の上記チャンネル内に接触させて該LEDの電流流動回路を自然に形成させ、第1電極よりバッファ薄膜層、エビタキシャル層、基板内の各一つのチャンネルを透過せしめて導電層に至らせ、こうしてサファイアを基板とする直立式LEDを形成し、且つその電流流動回路のチャンネルの有効な案内により発射光の第1電極による吸収或いは阻止を減少し、相対的に有効発光領域の電流密度と発光効率を増加可能としたことを特徴としている。

【0016】

【実施例】図4から図8、図9から図11は、それぞれ本発明の青色光LEDの望ましい実施例の各製造ステップにおける断面構造及び平面構造を示している。本発明は以下のステップを包括する：

ステップ1： 厚さが100 μ m以下のサファイア基板30を選択し、並びにケミカルエッチング或いはマスクエッチングにより少なくとも一つの、サファイア基板30を貫通し且つ傾斜或いは直線様様のチャンネル31を形成する（図4参照）。サファイア基板30を貫通するチ

ャネル31の配列方式は、第1電極（後述する）を中心としてその周囲に対称方式で対応するチャンネル31を形成するものとする（図9参照）。

ステップ2： サファイア基板30の上にMOVPE法等のエビタキシャル方式を以て一層のバッファ薄膜層322、例えばGaN薄膜層を形成し、該GaN薄膜層の一部材料をチャンネル31の空間中に存在させる（図5、図10参照）。

ステップ3： サファイア基板の下にエビタキシャル法或いはスパッタ法により一層の導電層326を形成する、それは非金属導電材料で製造される。且つ導電層326の材料もまたチャンネル31の一部空間に存在させる。これは図6及び図11に示されるとおりである。

ステップ4： GaN薄膜層322の上層にスパッタ或いは蒸着によりpn接合を有して青色光を発射可能なLEDエビタキシャル層34を形成し、これは当然、括弧内に示されるようにnp接合とすることが可能である。これは図7に示されるとおりである。

ステップ5： LEDエビタキシャル層34の上及び導電層326の下に、相互に対応する第1電極36と第2電極38を形成する。こうして直立式のLEDチップが形成される。その電流流動回路300は第1電極36よりGaN薄膜層322、LEDエビタキシャル層34、基板内の各一つのチャンネル31、導電層326を通り、第2電極38に至り、こうして完全な電流流動回路が形成される。これは図8に示されるとおりである。

【0017】さらに図8、図11及び図12に示されるのは本発明のLEDチップの完成時の断面図、平面図及び斜視図である。これらの図より明らかであるように、本発明は第1電極36を中心点として、その周囲の基板中にエッチングにより、サファイア基板30を貫通する複数のチャンネル31が設けられ、ゆえにその電流流動回路300はチャンネル31の位置により有効に画定されて流動する。当然、電流が拡散して第1電極36の底の位置に至る形態も選択可能であり、その他の有効発光領域中においてその電流密度を増加する。このような機能は電流阻止層を利用する必要なく達成される。このほか、全体設計のチャンネル31の位置は、ウエハーをダイシングして単一チップとなす時の助けとなり、これはそのチャンネル31位置を以て整然とした切断線を形成できると、チャンネル部分がサファイア基板に対して容易に切断できることが主要な原因である。

【0018】また、チャンネル31内に充填される導電材料は導電目的に用いられ、ゆえに、上述の望ましい実施例において、上下2層のGaN材料と非金属導電材料はチャンネル内において接触するが、ただし、単にチャンネル内に導電材料が存在し且つ該導電材料がGaN薄膜層322と導電層326が接触する形態も可能である。

【0019】最後に、図13に示されるのは本発明のもう一つの実施例である。この実施例には図3に示される

周知の技術が結合されている。この実施例に示されるように、導電層326の非金属導電材料はGa N薄膜層322と同じ材料を選択可能で、且つその上下2層の厚さH3、H4は相似或いは完全に同じとされうる。これにより、上下のGa N薄膜層322、324のアニーリング冷却時に発生する応力が相殺されてサファイア基板30の破壊が防止され、大幅にサファイア基板の使用厚さを減少でき、物料管理の上で比較的便利である。当然LEDエピタキシャル層34の上の第1電極36は発光輝度を高めるため、透明な材料で製造して透明電極とされうる。また、導電層326或いはGa N薄膜層324自体は導電材料で製造されるため、第2電極38を設けなくて導電層326或いはGa N薄膜層324を以て代替することが可能である。

【0020】

【発明の効果】総合すると、本発明の提供する直立式LEDとその電流流動回路の構造は、サファイアを基板とする青色光LEDにあって、サファイア基板中に第1電極を中心として対称方式で、エッチングにより少なくとも一つのチャンネルを設け、並びにこの中空のチャンネル内に導電材料を存在させ、これによりLEDの電流流動回路を自然に形成して直立式青色光LEDを形成しており、有効に電流流動の電流流動回路を画定し、その有効領域の電流密度と発光効率を増加する。ゆえに本発明は新規性、進歩性及び産業上の利用価値を有している。なお、上述の実施例は本発明の望ましい実施例に関する説明であり、本発明の請求範囲を限定するものではなく、本発明に基づきなしうる細部の修飾或いは改変はいずれも本発明の請求範囲に属するものとする。例えば、LEDエピタキシャル層とGa N薄膜層の間に、不純物層、例えばAlGaInPを添加するか、或いはその他の薄膜層の上にその他の、例えばSiC、AlN、SiO₂、InGa₂N、SnO₂、AlInGaP層を増加した形態が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】周知の直立式LEDの構造断面図である。

【図2】周知の電流阻止層を具えた直立式LEDの構造*

*断面図である。

【図3】周知のサファイア基板の青色光LEDの構造断面図である。

【図4】本発明のサファイア基板のLEDの製造ステップの構造断面図である。

【図5】本発明のサファイア基板のLEDの製造ステップの構造断面図である。

【図6】本発明のサファイア基板のLEDの製造ステップの構造断面図である。

10 【図7】本発明のサファイア基板のLEDの製造ステップの構造断面図である。

【図8】本発明のサファイア基板のLEDの製造ステップの構造断面図である。

【図9】図4の単一チップの平面図である。

【図10】図5の単一チップの平面図である。

【図11】図8の単一チップの平面図である。

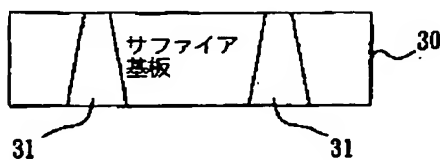
【図12】本発明の直立式LEDの単一チップの立体構造表示図である。

20 【図13】本発明のもう一つの実施例の構造断面図である。

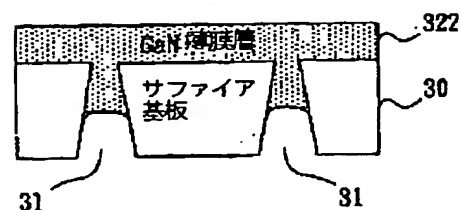
【符号の説明】

| | |
|----------------|----------------|
| 10 炭化シリコン基板 | 12 パッファ薄層 |
| 14 LEDエピタキシャル層 | 16 第1電極 |
| 18 第2電極 | 100 電流流動回路 |
| 20 サファイア基板 | 22 Ga N薄膜層 |
| 24 LEDエピタキシャル層 | 26 第1電極 |
| 30 サファイア基板 | 31 チャンネル |
| 322 Ga N薄膜層 | 324 Ga N薄膜層 |
| 326 導電層 | 34 LEDエピタキシャル層 |
| 36 第1電極 | 38 第2電極 |
| 300 電流流動回路 | 145 電流阻止層 |

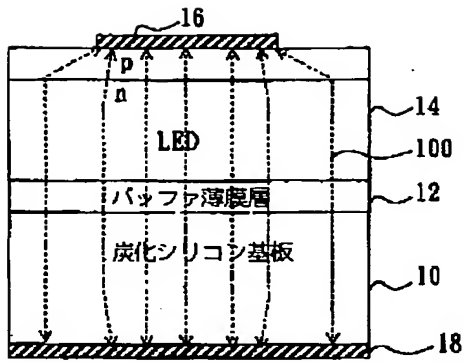
【図4】



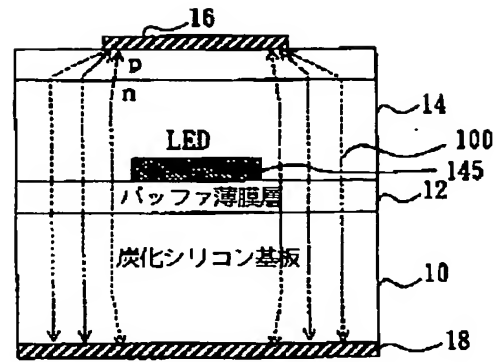
【図5】



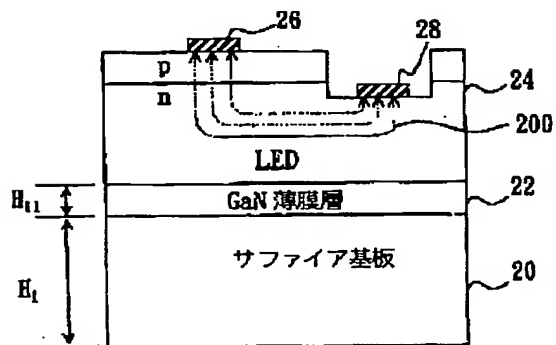
【図1】



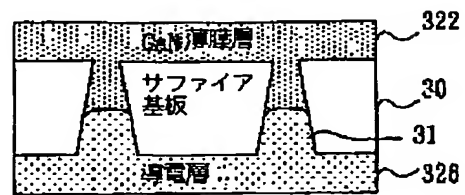
【図2】



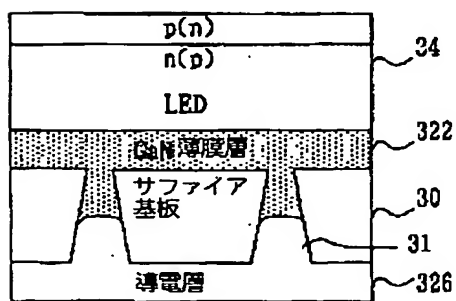
【図3】



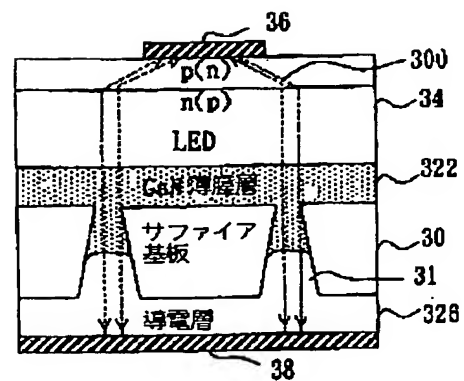
【図6】



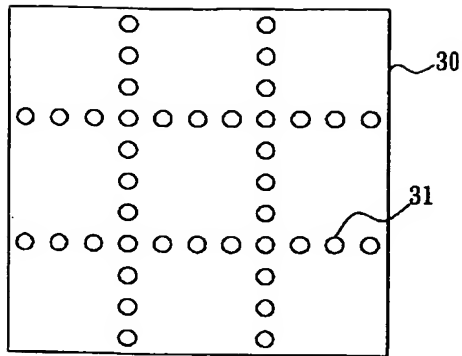
【図7】



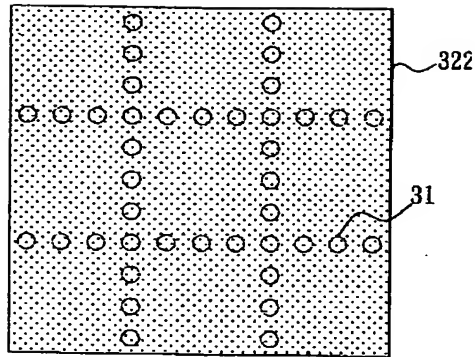
【図8】



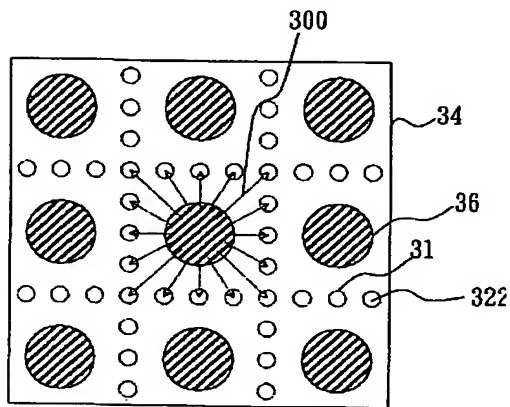
【図9】



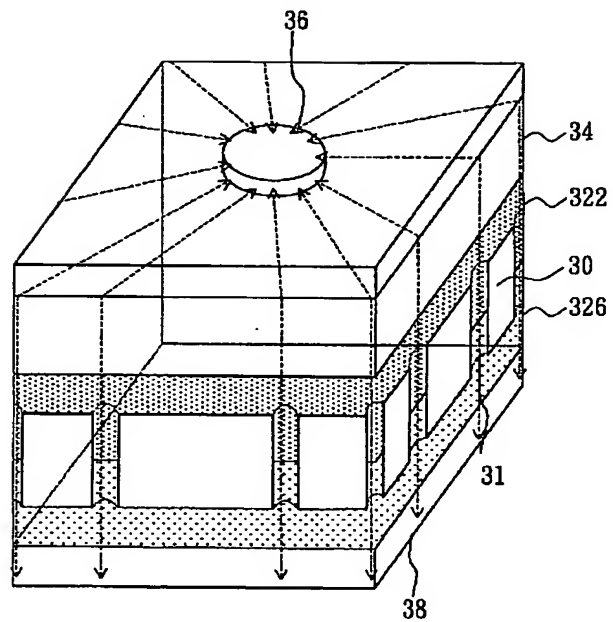
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

